La fotosíntesis cumple horas extras

Beatriz S. Méndez

Departamento de Química Biológica. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. IQUIBICEN. CONICET. Buenos Aires. Argentina

Correspondencia: bea@qb.fcen.uba,ar

La fotosíntesis que realizan los cultivos a campo abierto está sujeta a las variaciones de intensidad de la luz. Al incidir luz demasiado intensa sobre las hojas se dispara un proceso de foto protección llamado NPQ (*non photochemical quenching of chlorophil fluorescense*) que disipa la energía luminosa como calor [1]. La activación de NPQ es rápida no así la vuelta al nivel basal en condiciones de luminosidad adecuada, o sea que hay energía luminosa que no se aprovecha para la fotosíntesis ya que se sigue perdiendo como calor. Estudios teóricos señalaron que la pérdida en la fijación de CO_2 debida a la desactivación lenta de NPQ puede alcanzar niveles de hasta 30 % [2,3]. Es evidente entonces que el bienintencionado mecanismo de foto protección disminuye la productividad de los cultivos y con ello la ganancia de los agricultores, de ahí el interés en su estudio y eventual modificación. Si bien no se conoce la totalidad de las reacciones químicas implicadas en la disipación de la energía luminosa [4] un grupo de científicos de diferentes países pensó que se podría acelerar el retorno de NPQ a su nivel basal mediante una estrategia fundamentada en el juego de 3 proteínas. Una de ellas, PsbS, es la subunidad S del foto sistema II (PSII), complejo proteico localizado en la membrana de plantas y de algunos microorganismos, en el cual tiene lugar la conversión de energía luminosa en potencial electroquímico y en la reacción de la partición del agua Las otras dos proteínas son la violaxantina de-epoxidasa (VDE) y la zeaxantina epoxidasa (ZEP) involucradas en el llamado ciclo de las xantofilas. VDE transforma violaxantina en zeaxantina y la reacción inversa es catalizada por ZEP. En alta luz, con fijación de CO_2, los niveles de PsbS y NPQ están correlacionados y además NPQ está estimulado por zeaxantina. Cuando luego decrece la intensidad luminosa (por ejemplo por aparición de nubes) no se fija CO_2 dado que los niveles de NPQ disminuyen muy lentamente y el nivel de zeaxantina también es elevado. Los investigadores mencionados anteriormente propusieron como hipótesis que manipulando la relación entre estas tres proteínas sería posible acelerar la vuelta de NPQ a su nivel basal [5]. Para ello transformaron *Nicotiana tabacum*, planta del tabaco, con los genes *PsbS*, *VDE* y *VDF* de la planta modelo *Arabidopsis thaliana* sujetos a la regulación de distintos promotores. Luego de experimentos en laboratorio mediante los cuales pudieron comprobar que variando la relación entre las proteínas se podía acelerar la desactivación de NPQ, disminuir el

nivel de zeaxantina y aumentar la fijación de carbono, realizaron los ensayos en invernadero y a campo. Los mismos les permitieron comprobar que en las plantas de tabaco modificadas mediante la expresión regulada de las tres proteínas se aceleraba la relajación de NPQ y además aumentaba la productividad, medida como rendimiento en masa seca, en 15%.Considerando que NPQ está prácticamente presente en todos los vegetales estos resultados constituyen la prueba de concepto de una estrategia adecuada para aumentar el rendimiento en biomasa de los cultivos agrícolas.

Se está al nivel de prueba de concepto pero ¿cuáles son sus proyecciones? Primera y evidente la aplicación a trigo, maíz, arroz y otros cultivos de alimentos para aumentar su rendimiento en biomasa, que se traduciría evidentemente en ganancia, y también en mayor cantidad disponible para satisfacer necesidades de alimentación. Asimismo se calmarían los resquemores sobre los productos transgénicos ya que las manipulaciones involucrarían los propios genes de la planta a modificar y como beneficio colateral aumentaría la autoestima de los investigadores en biotecnología de plantas que hasta ahora no habían logrado aumentar la productividad.

¿Y la otra cara de la moneda? Los cultivos elegidos podrían ser aquéllos que dieran los mayores rindes en detrimento de otros menos productivos pero igualmente necesarios para la alimentación humana. También la avidez de ganancias podría llevar a la eliminación de bosques nativos para dedicar más tierra para la agricultura con el consiguiente efecto pernicioso en un planeta agobiado por el cambio climático que ya ha visto muchas selvas destruidas.

Como siempre los hallazgos científicos presentan las dos caras de la moneda. Es la sociedad la que debe valorarlos y controlarlos para que después no nos preguntemos si la fotosíntesis habría trabajado en vano.

Referencias

1. **Müller P, Li X_P, Niyogi KK** (2001) Non-Photochemical Quenching. A Response to Excess Light Energy *Plant Physiology* 125: 1558–1566
2. **Werner C, Ryel R J, Correia O, Beyschlag W** (2001) Effects of photoinhibition on whole-plant carbon gain assessed with a photosynthesis model *Plant, Cell & Environment* 24: 27–40.
3. **Zhu X G, Ort D R, Whitmarsh J, Long S P** (2004) The slow reversibility of photosystem II thermal energy dissipation on transfer from high to low light may cause large losses in carbon gain by crop canopies: a theoretical analysis *Journal of Experimental Botany* 55 :1167-1175
4. **Duffy CDP, Ruban AV** (2015) Dissipative pathways in the photosystem-II antenna in plants *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 152: 215-226
5. **Kromdijk J, Głowacka K, Leonelli L, Gabilly ST, Iwai M, Niyogi KK, Long SP** (2016) Improving photosynthesis and crop productivity by accelerating recovery from photoprotection *Science* 354:857-861

La autora es directora de Química Viva, profesora consulta e investigadora de CONICET